

УДК 621.039

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ ВВЭР-1000

Д. Н. Орлов¹, М. А. Вольман²

^{1,2} Ивановский государственный энергетический университет
имени В. И. Ленина, Иваново, Россия

¹ danil.danil.orlov.1999.orlov@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена актуальность программы WWER-1000 Reactor Simulation и ее востребованность для разработки и решения на ее базе новых задач.

Ключевые слова: тренажер, моделирование, реактор, атомная станция

APPLICATION OF SIMULATORS IN THE STUDY OF PROCESSES OCCURRING IN WWER-1000 NUCLEAR REACTORS

D. N. Orlov¹, M. A. Volman²

^{1,2} Ivanovo State Power University named after V. I. Lenin, Ivanovo, Russia

¹ danil.danil.orlov.1999.orlov@mail.ru

Abstract. The paper considers the relevance of the WWER-1000 Reactor Simulation program and the relevance of this program for developing new tasks based on it.

Keywords: simulator, modelling, reactor, a nuclear power plant

Применение программ моделирования процессов в ядерном реакторе, тренажеров и различного рода симуляторов является одним из доступных и эффективных способов приобретения практических знаний в учебных заведениях и подготовки квалифицированного персонала для работы на АЭС. В наше время нельзя представить современное проектирование и строительство атомных станций без применения предварительных компьютерных (математических) моделей для имитирования (моделирования) процессов, происходящих в проектируемом реакторе.

Появление новых инновационных технологий и решений для повышения параметров современных реакторов приводит к усложнению такой технической системы и затрудняет процесс моделирования с помощью обычных теоретических методов (или делает его совсем невозможным). Для получения более точных данных можно применить натурную модель, но подобный способ будет высокочрезвычайно затратным и опасным экспериментом. На основе вышесказанного можем сделать вывод, что оптимальным вариантом исследования реакторов является применение компьютерных моделей.

Нами рассмотрен симулятор WWER-1000, разработанный компанией «ЭНИКО ТСО» [1–3]. Платформа «ЭНИКАД», на основе которой разработан симулятор, позволяет строить модели на основании проектно-конструкторских материалов в полном объеме с их особенностями, уже учитывая конкретную реализацию разработанных алгоритмов на выбранной элементной базе.

С помощью такого тренажера могут решаться следующие задачи:

- 1) с переходными процессами (пуск и останов) определение влияния ксеноновых колебаний при различном времени погружения;
- 2) определение степени выгорания топлива локально и по зоне;
- 3) имитация сбоев систем 1-го и 2-го контуров;
- 4) работа реактора с номинальной мощностью;
- 5) определение распределения температуры по области активной зоны;
- 6) борное регулирование в ручном и автоматическом режиме;
- 7) изучение влияния параметров теплоносителя реактора на его работу при регулировании параметров в автоматическом или ручном режиме;
- 8) определение влияния реактивности.

При этом все названные задачи могут выполняться для исходных состояний с высоким и низким обогащением загружаемого топлива.

Востребованность программы легко обосновывается. Симулятор работает на персональном компьютере в режиме реального времени и обеспечивает динамический ответ с достаточной точностью. Он дает возможность отработать задачи с переходными процессами реактора, которые являются наиболее ответственными и технически сложными. Тренажер частично имитирует фактические приборы панели управления, а также предоставляет дополнительные аспекты для анализа.

Симулятор обладает широкими возможностями. Помимо уже реализованных разработчиками задач, актуальным является разработка дополнительных задач, что и является целью нашей работы. Кроме того, нами ведется создание комплексных задач на основе доступных заданий, включающих теоретическую часть, моделирование нейтронно-физических процессов на основе уравнений точечной кинетики в среде Mathcad [4] и симуляцию процессов на обозначенном тренажере.

Такой подход к применению тренажера при изучении процессов, протекающих в ядерных реакторах, на наш взгляд, может повысить эффективность как непосредственно внедрения симулятора, так и учебного процесса в целом.

Список источников

1. ЭНИКАД [Электронный ресурс]. URL: <http://eniko.ru/etssite/tech/enicad.php> (дата обращения: 01.12.2020).
2. VVER1000 Simulator [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iaea.org/topics/nuclear-power-reactors/nuclear-reactor-simulators-for-education-and-training/vver-1000-simulator> (date of access: 01.12.2020).
3. Руководство по пользованию симулятором [Электронный ресурс]. URL: <https://uchebilka.ru/pravo/122466/index.html> (дата обращения: 01.12.2020).
4. Семенов В. К., Вольман М. А. Кинетика ядерных реакторов (теория, математическое и имитационное моделирование). Иваново : Иванов. гос. энергет. ун-т им. В. И. Ленина, 2015. 271 с.